

(2)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-31802

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 2 月 2 日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065				
C 2 3 F 4/00	E	9352-4K	H 0 1 L 21/ 302	F

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平6-165153	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
(22) 出願日	平成 6 年 (1994) 7 月 18 日	(72) 発明者	田子 一良 茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内
		(72) 発明者	敬見 秀之 茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内
		(72) 発明者	徳永 尚文 東京都青梅市今井町 2362 番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内
		(74) 代理人	弁理士 春日 聡

(54) 【発明の名称】 エッチング方法及びエッチング装置

(57) 【要約】

【目的】 SiO_2 エッチレート低下させることなく選択比を向上することができるエッチング方法及びエッチング装置を提供することにある。

【構成】 エッチングガス 21 には C_mF_n ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$) で表されるガスと C_pF_q ガスとが含まれる。プラズマ生成室 3 a にはマイクロ波が導入されるとともに磁場が加えられ、エッチングガス 21 は電子サイクロトロン共鳴によりプラズマ化されて解離しプラズマ 4 と中性解離種とが生成する。中性解離種はフルオロ膜として SiO_2 酸化膜上に付着し、イオン性解離種が衝突することによって SiO_2 膜表面が所定形状にエッチングされる。ここで C_mF_n ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$) は SiO_2 エッチング性が大きく、 C_pF_q は Si 保護性・レジスト保護性・Si, N, 保護性・ SiO_2 付着性が大きいので、選択比 ((SiO_2 エッチレート) / (Si エッチレート) or (レジストエッチレート) or (Si, N, エッチレート)) を向上することができる。

番号	小	中	大
(1) SiO_2 酸化膜	$\text{CF}_4, \text{CHF}_3, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6, \text{C}_3\text{F}_8, \text{C}_4\text{F}_8, \text{C}_4\text{F}_{10}, \text{C}_5\text{F}_{12}, \text{C}_6\text{F}_{14}, \text{C}_6\text{F}_{16}, \text{C}_7\text{F}_{20}, \text{C}_8\text{F}_{22}, \text{C}_8\text{F}_{24}, \text{C}_9\text{F}_{28}, \text{C}_{10}\text{F}_{30}, \text{C}_{10}\text{F}_{32}, \text{C}_{11}\text{F}_{34}, \text{C}_{12}\text{F}_{38}, \text{C}_{12}\text{F}_{40}, \text{C}_{13}\text{F}_{42}, \text{C}_{14}\text{F}_{46}, \text{C}_{14}\text{F}_{48}, \text{C}_{15}\text{F}_{50}, \text{C}_{16}\text{F}_{54}, \text{C}_{16}\text{F}_{56}, \text{C}_{17}\text{F}_{58}, \text{C}_{18}\text{F}_{62}, \text{C}_{18}\text{F}_{64}, \text{C}_{19}\text{F}_{66}, \text{C}_{20}\text{F}_{70}, \text{C}_{20}\text{F}_{72}, \text{C}_{21}\text{F}_{74}, \text{C}_{22}\text{F}_{78}, \text{C}_{22}\text{F}_{80}, \text{C}_{23}\text{F}_{82}, \text{C}_{24}\text{F}_{86}, \text{C}_{24}\text{F}_{88}, \text{C}_{25}\text{F}_{90}, \text{C}_{26}\text{F}_{94}, \text{C}_{26}\text{F}_{96}, \text{C}_{27}\text{F}_{98}, \text{C}_{28}\text{F}_{102}, \text{C}_{28}\text{F}_{104}, \text{C}_{29}\text{F}_{106}, \text{C}_{30}\text{F}_{110}, \text{C}_{30}\text{F}_{112}, \text{C}_{31}\text{F}_{114}, \text{C}_{32}\text{F}_{118}, \text{C}_{32}\text{F}_{120}, \text{C}_{33}\text{F}_{122}, \text{C}_{34}\text{F}_{126}, \text{C}_{34}\text{F}_{128}, \text{C}_{35}\text{F}_{130}, \text{C}_{36}\text{F}_{134}, \text{C}_{36}\text{F}_{136}, \text{C}_{37}\text{F}_{138}, \text{C}_{38}\text{F}_{142}, \text{C}_{38}\text{F}_{144}, \text{C}_{39}\text{F}_{146}, \text{C}_{40}\text{F}_{150}, \text{C}_{40}\text{F}_{152}, \text{C}_{41}\text{F}_{154}, \text{C}_{42}\text{F}_{158}, \text{C}_{42}\text{F}_{160}, \text{C}_{43}\text{F}_{162}, \text{C}_{44}\text{F}_{166}, \text{C}_{44}\text{F}_{168}, \text{C}_{45}\text{F}_{170}, \text{C}_{46}\text{F}_{174}, \text{C}_{46}\text{F}_{176}, \text{C}_{47}\text{F}_{178}, \text{C}_{48}\text{F}_{182}, \text{C}_{48}\text{F}_{184}, \text{C}_{49}\text{F}_{186}, \text{C}_{50}\text{F}_{190}, \text{C}_{50}\text{F}_{192}, \text{C}_{51}\text{F}_{194}, \text{C}_{52}\text{F}_{198}, \text{C}_{52}\text{F}_{200}, \text{C}_{53}\text{F}_{202}, \text{C}_{54}\text{F}_{206}, \text{C}_{54}\text{F}_{208}, \text{C}_{55}\text{F}_{210}, \text{C}_{56}\text{F}_{214}, \text{C}_{56}\text{F}_{216}, \text{C}_{57}\text{F}_{218}, \text{C}_{58}\text{F}_{222}, \text{C}_{58}\text{F}_{224}, \text{C}_{59}\text{F}_{226}, \text{C}_{60}\text{F}_{230}, \text{C}_{60}\text{F}_{232}, \text{C}_{61}\text{F}_{234}, \text{C}_{62}\text{F}_{238}, \text{C}_{62}\text{F}_{240}, \text{C}_{63}\text{F}_{242}, \text{C}_{64}\text{F}_{246}, \text{C}_{64}\text{F}_{248}, \text{C}_{65}\text{F}_{250}, \text{C}_{66}\text{F}_{254}, \text{C}_{66}\text{F}_{256}, \text{C}_{67}\text{F}_{258}, \text{C}_{68}\text{F}_{262}, \text{C}_{68}\text{F}_{264}, \text{C}_{69}\text{F}_{266}, \text{C}_{70}\text{F}_{270}, \text{C}_{70}\text{F}_{272}, \text{C}_{71}\text{F}_{274}, \text{C}_{72}\text{F}_{278}, \text{C}_{72}\text{F}_{280}, \text{C}_{73}\text{F}_{282}, \text{C}_{74}\text{F}_{286}, \text{C}_{74}\text{F}_{288}, \text{C}_{75}\text{F}_{290}, \text{C}_{76}\text{F}_{294}, \text{C}_{76}\text{F}_{296}, \text{C}_{77}\text{F}_{298}, \text{C}_{78}\text{F}_{302}, \text{C}_{78}\text{F}_{304}, \text{C}_{79}\text{F}_{306}, \text{C}_{80}\text{F}_{310}, \text{C}_{80}\text{F}_{312}, \text{C}_{81}\text{F}_{314}, \text{C}_{82}\text{F}_{318}, \text{C}_{82}\text{F}_{320}, \text{C}_{83}\text{F}_{322}, \text{C}_{84}\text{F}_{326}, \text{C}_{84}\text{F}_{328}, \text{C}_{85}\text{F}_{330}, \text{C}_{86}\text{F}_{334}, \text{C}_{86}\text{F}_{336}, \text{C}_{87}\text{F}_{338}, \text{C}_{88}\text{F}_{342}, \text{C}_{88}\text{F}_{344}, \text{C}_{89}\text{F}_{346}, \text{C}_{90}\text{F}_{350}, \text{C}_{90}\text{F}_{352}, \text{C}_{91}\text{F}_{354}, \text{C}_{92}\text{F}_{358}, \text{C}_{92}\text{F}_{360}, \text{C}_{93}\text{F}_{362}, \text{C}_{94}\text{F}_{366}, \text{C}_{94}\text{F}_{368}, \text{C}_{95}\text{F}_{370}, \text{C}_{96}\text{F}_{374}, \text{C}_{96}\text{F}_{376}, \text{C}_{97}\text{F}_{378}, \text{C}_{98}\text{F}_{382}, \text{C}_{98}\text{F}_{384}, \text{C}_{99}\text{F}_{386}, \text{C}_{100}\text{F}_{390}, \text{C}_{100}\text{F}_{392}, \text{C}_{101}\text{F}_{394}, \text{C}_{102}\text{F}_{398}, \text{C}_{102}\text{F}_{400}, \text{C}_{103}\text{F}_{402}, \text{C}_{104}\text{F}_{406}, \text{C}_{104}\text{F}_{408}, \text{C}_{105}\text{F}_{410}, \text{C}_{106}\text{F}_{414}, \text{C}_{106}\text{F}_{416}, \text{C}_{107}\text{F}_{418}, \text{C}_{108}\text{F}_{422}, \text{C}_{108}\text{F}_{424}, \text{C}_{109}\text{F}_{426}, \text{C}_{110}\text{F}_{430}, \text{C}_{110}\text{F}_{432}, \text{C}_{111}\text{F}_{434}, \text{C}_{112}\text{F}_{438}, \text{C}_{112}\text{F}_{440}, \text{C}_{113}\text{F}_{442}, \text{C}_{114}\text{F}_{446}, \text{C}_{114}\text{F}_{448}, \text{C}_{115}\text{F}_{450}, \text{C}_{116}\text{F}_{454}, \text{C}_{116}\text{F}_{456}, \text{C}_{117}\text{F}_{458}, \text{C}_{118}\text{F}_{462}, \text{C}_{118}\text{F}_{464}, \text{C}_{119}\text{F}_{466}, \text{C}_{120}\text{F}_{470}, \text{C}_{120}\text{F}_{472}, \text{C}_{121}\text{F}_{474}, \text{C}_{122}\text{F}_{478}, \text{C}_{122}\text{F}_{480}, \text{C}_{123}\text{F}_{482}, \text{C}_{124}\text{F}_{486}, \text{C}_{124}\text{F}_{488}, \text{C}_{125}\text{F}_{490}, \text{C}_{126}\text{F}_{494}, \text{C}_{126}\text{F}_{496}, \text{C}_{127}\text{F}_{498}, \text{C}_{128}\text{F}_{502}, \text{C}_{128}\text{F}_{504}, \text{C}_{129}\text{F}_{506}, \text{C}_{130}\text{F}_{510}, \text{C}_{130}\text{F}_{512}, \text{C}_{131}\text{F}_{514}, \text{C}_{132}\text{F}_{518}, \text{C}_{132}\text{F}_{520}, \text{C}_{133}\text{F}_{522}, \text{C}_{134}\text{F}_{526}, \text{C}_{134}\text{F}_{528}, \text{C}_{135}\text{F}_{530}, \text{C}_{136}\text{F}_{534}, \text{C}_{136}\text{F}_{536}, \text{C}_{137}\text{F}_{538}, \text{C}_{138}\text{F}_{542}, \text{C}_{138}\text{F}_{544}, \text{C}_{139}\text{F}_{546}, \text{C}_{140}\text{F}_{550}, \text{C}_{140}\text{F}_{552}, \text{C}_{141}\text{F}_{554}, \text{C}_{142}\text{F}_{558}, \text{C}_{142}\text{F}_{560}, \text{C}_{143}\text{F}_{562}, \text{C}_{144}\text{F}_{566}, \text{C}_{144}\text{F}_{568}, \text{C}_{145}\text{F}_{570}, \text{C}_{146}\text{F}_{574}, \text{C}_{146}\text{F}_{576}, \text{C}_{147}\text{F}_{578}, \text{C}_{148}\text{F}_{582}, \text{C}_{148}\text{F}_{584}, \text{C}_{149}\text{F}_{586}, \text{C}_{150}\text{F}_{590}, \text{C}_{150}\text{F}_{592}, \text{C}_{151}\text{F}_{594}, \text{C}_{152}\text{F}_{598}, \text{C}_{152}\text{F}_{600}, \text{C}_{153}\text{F}_{602}, \text{C}_{154}\text{F}_{606}, \text{C}_{154}\text{F}_{608}, \text{C}_{155}\text{F}_{610}, \text{C}_{156}\text{F}_{614}, \text{C}_{156}\text{F}_{616}, \text{C}_{157}\text{F}_{618}, \text{C}_{158}\text{F}_{622}, \text{C}_{158}\text{F}_{624}, \text{C}_{159}\text{F}_{626}, \text{C}_{160}\text{F}_{630}, \text{C}_{160}\text{F}_{632}, \text{C}_{161}\text{F}_{634}, \text{C}_{162}\text{F}_{638}, \text{C}_{162}\text{F}_{640}, \text{C}_{163}\text{F}_{642}, \text{C}_{164}\text{F}_{646}, \text{C}_{164}\text{F}_{648}, \text{C}_{165}\text{F}_{650}, \text{C}_{166}\text{F}_{654}, \text{C}_{166}\text{F}_{656}, \text{C}_{167}\text{F}_{658}, \text{C}_{168}\text{F}_{662}, \text{C}_{168}\text{F}_{664}, \text{C}_{169}\text{F}_{666}, \text{C}_{170}\text{F}_{670}, \text{C}_{170}\text{F}_{672}, \text{C}_{171}\text{F}_{674}, \text{C}_{172}\text{F}_{678}, \text{C}_{172}\text{F}_{680}, \text{C}_{173}\text{F}_{682}, \text{C}_{174}\text{F}_{686}, \text{C}_{174}\text{F}_{688}, \text{C}_{175}\text{F}_{690}, \text{C}_{176}\text{F}_{694}, \text{C}_{176}\text{F}_{696}, \text{C}_{177}\text{F}_{698}, \text{C}_{178}\text{F}_{702}, \text{C}_{178}\text{F}_{704}, \text{C}_{179}\text{F}_{706}, \text{C}_{180}\text{F}_{710}, \text{C}_{180}\text{F}_{712}, \text{C}_{181}\text{F}_{714}, \text{C}_{182}\text{F}_{718}, \text{C}_{182}\text{F}_{720}, \text{C}_{183}\text{F}_{722}, \text{C}_{184}\text{F}_{726}, \text{C}_{184}\text{F}_{728}, \text{C}_{185}\text{F}_{730}, \text{C}_{186}\text{F}_{734}, \text{C}_{186}\text{F}_{736}, \text{C}_{187}\text{F}_{738}, \text{C}_{188}\text{F}_{742}, \text{C}_{188}\text{F}_{744}, \text{C}_{189}\text{F}_{746}, \text{C}_{190}\text{F}_{750}, \text{C}_{190}\text{F}_{752}, \text{C}_{191}\text{F}_{754}, \text{C}_{192}\text{F}_{758}, \text{C}_{192}\text{F}_{760}, \text{C}_{193}\text{F}_{762}, \text{C}_{194}\text{F}_{766}, \text{C}_{194}\text{F}_{768}, \text{C}_{195}\text{F}_{770}, \text{C}_{196}\text{F}_{774}, \text{C}_{196}\text{F}_{776}, \text{C}_{197}\text{F}_{778}, \text{C}_{198}\text{F}_{782}, \text{C}_{198}\text{F}_{784}, \text{C}_{199}\text{F}_{786}, \text{C}_{200}\text{F}_{790}, \text{C}_{200}\text{F}_{792}, \text{C}_{201}\text{F}_{794}, \text{C}_{202}\text{F}_{798}, \text{C}_{202}\text{F}_{800}, \text{C}_{203}\text{F}_{802}, \text{C}_{204}\text{F}_{806}, \text{C}_{204}\text{F}_{808}, \text{C}_{205}\text{F}_{810}, \text{C}_{206}\text{F}_{814}, \text{C}_{206}\text{F}_{816}, \text{C}_{207}\text{F}_{818}, \text{C}_{208}\text{F}_{822}, \text{C}_{208}\text{F}_{824}, \text{C}_{209}\text{F}_{826}, \text{C}_{210}\text{F}_{830}, \text{C}_{210}\text{F}_{832}, \text{C}_{211}\text{F}_{834}, \text{C}_{212}\text{F}_{838}, \text{C}_{212}\text{F}_{840}, \text{C}_{213}\text{F}_{842}, \text{C}_{214}\text{F}_{846}, \text{C}_{214}\text{F}_{848}, \text{C}_{215}\text{F}_{850}, \text{C}_{216}\text{F}_{854}, \text{C}_{216}\text{F}_{856}, \text{C}_{217}\text{F}_{858}, \text{C}_{218}\text{F}_{862}, \text{C}_{218}\text{F}_{864}, \text{C}_{219}\text{F}_{866}, \text{C}_{220}\text{F}_{870}, \text{C}_{220}\text{F}_{872}, \text{C}_{221}\text{F}_{874}, \text{C}_{222}\text{F}_{878}, \text{C}_{222}\text{F}_{880}, \text{C}_{223}\text{F}_{882}, \text{C}_{224}\text{F}_{886}, \text{C}_{224}\text{F}_{888}, \text{C}_{225}\text{F}_{890}, \text{C}_{226}\text{F}_{894}, \text{C}_{226}\text{F}_{896}, \text{C}_{227}\text{F}_{898}, \text{C}_{228}\text{F}_{902}, \text{C}_{228}\text{F}_{904}, \text{C}_{229}\text{F}_{906}, \text{C}_{230}\text{F}_{910}, \text{C}_{230}\text{F}_{912}, \text{C}_{231}\text{F}_{914}, \text{C}_{232}\text{F}_{918}, \text{C}_{232}\text{F}_{920}, \text{C}_{233}\text{F}_{922}, \text{C}_{234}\text{F}_{926}, \text{C}_{234}\text{F}_{928}, \text{C}_{235}\text{F}_{930}, \text{C}_{236}\text{F}_{934}, \text{C}_{236}\text{F}_{936}, \text{C}_{237}\text{F}_{938}, \text{C}_{238}\text{F}_{942}, \text{C}_{238}\text{F}_{944}, \text{C}_{239}\text{F}_{946}, \text{C}_{240}\text{F}_{950}, \text{C}_{240}\text{F}_{952}, \text{C}_{241}\text{F}_{954}, \text{C}_{242}\text{F}_{958}, \text{C}_{242}\text{F}_{960}, \text{C}_{243}\text{F}_{962}, \text{C}_{244}\text{F}_{966}, \text{C}_{244}\text{F}_{968}, \text{C}_{245}\text{F}_{970}, \text{C}_{246}\text{F}_{974}, \text{C}_{246}\text{F}_{976}, \text{C}_{247}\text{F}_{978}, \text{C}_{248}\text{F}_{982}, \text{C}_{248}\text{F}_{984}, \text{C}_{249}\text{F}_{986}, \text{C}_{250}\text{F}_{990}, \text{C}_{250}\text{F}_{992}, \text{C}_{251}\text{F}_{994}, \text{C}_{252}\text{F}_{998}, \text{C}_{252}\text{F}_{1000}, \text{C}_{253}\text{F}_{1002}, \text{C}_{254}\text{F}_{1006}, \text{C}_{254}\text{F}_{1008}, \text{C}_{255}\text{F}_{1010}, \text{C}_{256}\text{F}_{1014}, \text{C}_{256}\text{F}_{1016}, \text{C}_{257}\text{F}_{1018}, \text{C}_{258}\text{F}_{1022}, \text{C}_{258}\text{F}_{1024}, \text{C}_{259}\text{F}_{1026}, \text{C}_{260}\text{F}_{1030}, \text{C}_{260}\text{F}_{1032}, \text{C}_{261}\text{F}_{1034}, \text{C}_{262}\text{F}_{1038}, \text{C}_{262}\text{F}_{1040}, \text{C}_{263}\text{F}_{1042}, \text{C}_{264}\text{F}_{1046}, \text{C}_{264}\text{F}_{1048}, \text{C}_{265}\text{F}_{1050}, \text{C}_{266}\text{F}_{1054}, \text{C}_{266}\text{F}_{1056}, \text{C}_{267}\text{F}_{1058}, \text{C}_{268}\text{F}_{1062}, \text{C}_{268}\text{F}_{1064}, \text{C}_{269}\text{F}_{1066}, \text{C}_{270}\text{F}_{1070}, \text{C}_{270}\text{F}_{1072}, \text{C}_{271}\text{F}_{1074}, \text{C}_{272}\text{F}_{1078}, \text{C}_{272}\text{F}_{1080}, \text{C}_{273}\text{F}_{1082}, \text{C}_{274}\text{F}_{1086}, \text{C}_{274}\text{F}_{1088}, \text{C}_{275}\text{F}_{1090}, \text{C}_{276}\text{F}_{1094}, \text{C}_{276}\text{F}_{1096}, \text{C}_{277}\text{F}_{1098}, \text{C}_{278}\text{F}_{1102}, \text{C}_{278}\text{F}_{1104}, \text{C}_{279}\text{F}_{1106}, \text{C}_{280}\text{F}_{1110}, \text{C}_{280}\text{F}_{1112}, \text{C}_{281}\text{F}_{1114}, \text{C}_{282}\text{F}_{1118}, \text{C}_{282}\text{F}_{1120}, \text{C}_{283}\text{F}_{1122}, \text{C}_{284}\text{F}_{1126}, \text{C}_{284}\text{F}_{1128}, \text{C}_{285}\text{F}_{1130}, \text{C}_{286}\text{F}_{1134}, \text{C}_{286}\text{F}_{1136}, \text{C}_{287}\text{F}_{1138}, \text{C}_{288}\text{F}_{1142}, \text{C}_{288}\text{F}_{1144}, \text{C}_{289}\text{F}_{1146}, \text{C}_{290}\text{F}_{1150}, \text{C}_{290}\text{F}_{1152}, \text{C}_{291}\text{F}_{1154}, \text{C}_{292}\text{F}_{1158}, \text{C}_{292}\text{F}_{1160}, \text{C}_{293}\text{F}_{1162}, \text{C}_{294}\text{F}_{1166}, \text{C}_{294}\text{F}_{1168}, \text{C}_{295}\text{F}_{1170}, \text{C}_{296}\text{F}_{1174}, \text{C}_{296}\text{F}_{1176}, \text{C}_{297}\text{F}_{1178}, \text{C}_{298}\text{F}_{1182}, \text{C}_{298}\text{F}_{1184}, \text{C}_{299}\text{F}_{1186}, \text{C}_{300}\text{F}_{1190}, \text{C}_{300}\text{F}_{1192}, \text{C}_{301}\text{F}_{1194}, \text{C}_{302}\text{F}_{1198}, \text{C}_{302}\text{F}_{1200}, \text{C}_{303}\text{F}_{1202}, \text{C}_{304}\text{F}_{1206}, \text{C}_{304}\text{F}_{1208}, \text{C}_{305}\text{F}_{1210}, \text{C}_{306}\text{F}_{1214}, \text{C}_{306}\text{F}_{1216}, \text{C}_{307}\text{F}_{1218}, \text{C}_{308}\text{F}_{1222}, \text{C}_{308}\text{F}_{1224}, \text{C}_{309}\text{F}_{1226}, \text{C}_{310}\text{F}_{1230}, \text{C}_{310}\text{F}_{1232}, \text{C}_{311}\text{F}_{1234}, \text{C}_{312}\text{F}_{1238}, \text{C}_{312}\text{F}_{1240}, \text{C}_{313}\text{F}_{1242}, \text{C}_{314}\text{F}_{1246}, \text{C}_{314}\text{F}_{1248}, \text{C}_{315}\text{F}_{1250}, \text{C}_{316}\text{F}_{1254}, \text{C}_{316}\text{F}_{1256}, \text{C}_{317}\text{F}_{1258}, \text{C}_{318}\text{F}_{1262}, \text{C}_{318}\text{F}_{1264}, \text{C}_{319}\text{F}_{1266}, \text{C}_{320}\text{F}_{1270}, \text{C}_{320}\text{F}_{1272}, \text{C}_{321}\text{F}_{1274}, \text{C}_{322}\text{F}_{1278}, \text{C}_{322}\text{F}_{1280}, \text{C}_{323}\text{F}_{1282}, \text{C}_{324}\text{F}_{1286}, \text{C}_{324}\text{F}_{1288}, \text{C}_{325}\text{F}_{1290}, \text{C}_{326}\text{F}_{1294}, \text{C}_{326}\text{F}_{1296}, \text{C}_{327}\text{F}_{1298}, \text{C}_{328}\text{F}_{1302}, \text{C}_{328}\text{F}_{1304}, \text{C}_{329}\text{F}_{1306}, \text{C}_{330}\text{F}_{1310}, \text{C}_{330}\text{F}_{1312}, \text{C}_{331}\text{F}_{1314}, \text{C}_{332}\text{F}_{1318}, \text{C}_{332}\text{F}_{1320}, \text{C}_{333}\text{F}_{1322}, \text{C}_{334}\text{F}_{1326}, \text{C}_{334}\text{F}_{1328}, \text{C}_{335}\text{F}_{1330}, \text{C}_{336}\text{F}_{1334}, \text{C}_{336}\text{F}_{1336}, \text{C}_{337}\text{F}_{1338}, \text{C}_{338}\text{F}_{1342}, \text{C}_{338}\text{F}_{1344}, \text{C}_{339}\text{F}_{1346}, \text{C}_{340}\text{F}_{1350}, \text{C}_{340}\text{F}_{1352}, \text{C}_{341}\text{F}_{1354}, \text{C}_{342}\text{F}_{1358}, \text{C}_{342}\text{F}_{1360}, \text{C}_{343}\text{F}_{1362}, \text{C}_{344}\text{F}_{1366}, \text{C}_{344}\text{F}_{1368}, \text{C}_{345}\text{F}_{1370}, \text{C}_{346}\text{F}_{1374}, \text{C}_{346}\text{F}_{1376}, \text{C}_{347}\text{F}_{1378}, \text{C}_{348}\text{F}_{1382}, \text{C}_{348}\text{F}_{1384}, \text{C}_{349}\text{F}_{1386}, \text{C}_{350}\text{F}_{1390}, \text{C}_{350}\text{F}_{1392}, \text{C}_{351}\text{F}_{1394}, \text{C}_{352}\text{F}_{1398}, \text{C}_{352}\text{F}_{1400}, \text{C}_{353}\text{F}_{1402}, \text{C}_{354}\text{F}_{1406}, \text{C}_{354}\text{F}_{1408}, \text{C}_{355}\text{F}_{1410}, \text{C}_{356}\text{F}_{1414}, \text{C}_{356}\text{F}_{1416}, \text{C}_{357}\text{F}_{1418}, \text{C}_{358}\text{F}_{1422}, \text{C}_{358}\text{F}_{1424}, \text{C}_{359}\text{F}_{1426}, \text{C}_{360}\text{F}_{1430}, \text{C}_{360}\text{F}_{1432}, \text{C}_{361}\text{F}_{1434}, \text{C}_{362}\text{F}_{1438}, \text{C}_{362}\text{F}_{1440}, \text{C}_{363}\text{F}_{1442}, \text{C}_{364}\text{F}_{1446}, \text{C}_{364}\text{F}_{1448}, \text{C}_{365}\text{F}_{1450}, \text{C}_{366}\text{F}_{1454}, \text{C}_{366}\text{F}_{1456}, \text{C}_{367}\text{F}_{1458}, \text{C}_{368}\text{F}_{1462}, \text{C}_{368}\text{F}_{1464}, \text{C}_{369}\text{F}_{1466}, \text{C}_{370}\text{F}_{1470}, \text{C}_{370}\text{F}_{1472}, \text{C}_{371}\text{F}_{1474}, \text{C}_{372}\text{F}_{1478}, \text{C}_{372}\text{F}_{1480}, \text{C}_{373}\text{F}_{1482}, \text{C}_{374}\text{F}_{1486}, \text{C}_{374}\text{F}_{1488}, \text{C}_{375}\text{F}_{1490}, \text{C}_{376}\text{F}_{1494}, \text{C}_{376}\text{F}_{1496}, \text{C}_{377}\text{F}_{1498}, \text{C}_{378}\text{F}_{1502}, \text{C}_{378}\text{F}_{1504}, \text{C}_{379}\text{F}_{1506}, \text{C}_{380}\text{F}_{1510}, \text{C}_{380}\text{F}_{1512}, \text{C}_{381}\text{F}_{1514}, \text{C}_{382}\text{F}_{1518}, \text{C}_{382}\text{F}_{1520}, \text{C}_{383}\text{F}_{1522}, \text{C}_{384}\text{F}_{1526}, \text{C}_{384}\text{F}_{1528}, \text{C}_{385}\text{F}_{1530}, \text{C}_{386}\text{F}_{1534}, \text{C}_{386}\text{F}_{1536}, \text{C}_{387}\text{F}_{1538}, \text{C}_{388}\text{F}_{1542}, \text{C}_{388}\text{F}_{1544}, \text{C}_{389}\text{F}_{1546}, \text{C}_{390}\text{F}_{1550}, \text{C}_{390}\text{F}_{1552}, \text{C}_{391}\text{F}_{1554}, \text{C}_{392}\text{F}_{1558}, \text{C}_{392}\text{F}_{1560}, \text{C}_{393}\text{F}_{1562}, \text{C}_{394}\text{F}_{1566}, \text{C}_{394}\text{F}_{1568}, \text{C}_{395}\text{F}_{1570}, \text{C}_{396}\text{F}_{1574}, \text{C}_{396}\text{F}_{1576}, \text{C}_{397}\text{F}_{1578}, \text{C}_{398}\text{F}_{1582}, \text{C}_{398}\text{F}_{1584}, \text{C}_{399}\text{F}_{1586}, \text{C}_{400}\text{F}_{1590}, \text{C}_{400}\text{F}_{1592}, \text{C}_{401}\text{F}_{1594}, \text{C}_{402}\text{F}_{1598}, \text{C}_{402}\text{F}_{1600}, \text{C}_{403}\text{F}_{1602}, \text{C}_{404}\text{F}_{1606}, \text{C}_{404}\text{F}_{1608}, \text{C}_{405}\text{F}_{1610}, \text{C}_{406}\text{F}_{1614}, \text{C}_{406}\text{F}_{1616}, \text{C}_{407}\text{F}_{1618}, \text{C}_{408}\text{F}_{1622}, \text{C}_{408}\text{F}_{1624}, \text{C}_{409}\text{F}_{1626}, \text{C}_{410}\text{F}_{1630}, \text{C}_{410}\text{F}_{1632}, \text{C}_{411}\text{F}_{1634}, \text{C}_{412}\text{F}_{1638}, \text{C}_{412}\text{F}_{1640}, \text{C}_{413}\text{F}_{1642}, \text{C}_{414}\text{F}_{1646}, \text{C}_{414}\text{F}_{1648}, \text{C}_{415}\text{F}_{1650}, \text{C}_{416}\text{F}_{1654}, \text{C}_{416}\text{F}_{1656}, \text{C}_{417}\text{F}_{1658}, \text{C}_{418}\text{F}_{1662}, \text{C}_{418}\text{F}_{1664}, \text{C}_{419}\text{F}_{1666}, \text{C}_{420}\text{F}_{1670}, \text{C}_{420}\text{F}_{1672}, \text{C}_{421}\text{F}_{1674}, \text{C}_{422}\text{F}_{1678}, \text{C}_{422}\text{F}_{1680}, \text{C}_{423}\text{F}_{1682}, \text{C}_{424}\text{F}_{1686}, \text{C}_{424}\text{F}_{1688}, \text{C}_{425}\text{F}_{1690}, \text{C}_{426}\text{F}_{1694}, \text{C}_{426}\text{F}_{1696}, \text{C}_{427}\text{F}_{1698}, \text{C}_{428}\text{F}_{1702}, \text{C}_{428}\text{F}_{1704}, \text{C}_{429}\text{F}_{1706}, \text{C}_{430}\text{F}_{1710}, \text{C}_{430}\text{F}_{1712}, \text{C}_{431}\text{F}_{1714}, \text{C}_{432}\text{F}_{1718}, \text{C}_{432}\text{F}_{1720}, \text{C}_{433}\text{F}_{1722}, \text{C}_{434}\text{F}_{1726}, \text{C}_{434}\text{F}_{1728}, \text{C}_{435}\text{F}_{1730}, \text{C}_{436}\text{F}_{1734}, \text{C}_{436}\text{F}_{1736}, \text{C}_{437}\text{F}_{1738}, \text{C}_{438}\text{F}_{1742}, \text{C}_{438}\text{F}_{1744}, \text{C}_{439}\text{F}_{1746}, \text{C}_{440}\text{F}_{1750}, \text{C}_{440}\text{F}_{1752}, \text{C}_{441}\text{F}_{1754}, \text{C}_{442}\text{F}_{1758}, \text{C}_{442}\text{F}_{1760}, \text{C}_{443}\text{F}_{1762}, \text{C}_{444}\text{F}_{1766}, \text{C}_{444}\text{F}_{1768}, \text{C}_{445}\text{F}_{1770}, \text{C}_{446}\text{F}_{1774}, \text{C}_{446}\text{F}_{1776}, \text{C}_{447}\text{F}_{1778}, \text{C}_{448}\text{F}_{1782}, \text{C}_{448}\text{F}_{1784}, \text{C}_{449}\text{F}_{1786}, \text{C}_{450}\text{F}_{1790}, \text{C}_{450}\text{F}_{1792}, \text{C}_{451}\text{F}_{1794}, \text{C}_{452}\text{F}_{1798}, \text{C}_{452}\text{F}_{1800}, \text{C}_{453}\text{F}_{1802}, \text{C}_{454}\text{F}_{1806}, \text{C}_{454}\text{F}_{1808}, \text{C}_{455}\text{F}_{1810}, \text{C}_{456}\text{F}_{1814}, \text{C}_{456}\text{F}_{1816}, \text{C}_{457}\text{F}_{1818}, \text{C}_{458}\text{F}_{1822}, \text{C}_{458}\text{F}_{1824}, \text{C}_{459}\text{F}_{1826}, \text{C}_{460}\text{F}_{1830}, \text{C}_{460}\text{F}_{1832}, \text{C}_{461}\text{F}_{1834}, \text{C}_{462}\text{F}_{1838}, \text{C}_{462}\text{F}_{1840}, \text{C}_{463}\text{F}_{1842}, \text{C}_{464}\text{F}_{1846}, \text{C}_{464}\text{F}_{1848}, \text{C}_{465}\text{F}_{1850}, \text{C}_{466}\text{F}_{1854}, \text{C}_{466}\text{F}_{1856}, \text{C}_{467}\text{F}_{1858}, \text{C}_{468}\text{F}_{1862}, \text{C}_{468}\text{F}_{1864}, \text{C}_{469}\text{F}_{1866}, \text{C}_{470}\text{F}_{1870}, \text{C}_{470}\text{F}_{1872}, \text{C}_{471}\text{F}_{1874}, \text{C}_{472}\text{F}_{1878}, \text{C}_{472}\text{F}_{1880}, \text{C}_{473}\text{F}_{1882}, \text{C}_{474}\text{F}_{1886}, \text{C}_{474}\text{F}_{1888}, \text{C}_{475}\text{F}_{1890}, \text{C}_{476}\text{F}_{1894}, \text{C}_{476}\text{F}_{1896}, \text{C}_{477}\text{F}_{1898}, \text{C}_{478}\text{F}_{1902}, \text{C}_{478}\text{F}_{1904}, \text{$		

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチングガスに変動する電磁界を加えてプラズマを発生させ、Si基板に形成されたSiO₂膜表面を所定の形状にプラズマエッチングするエッチング方法において、

前記エッチングガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない性質を有する第1のガスと、SiO₂エッチング性の大きい性質を有する第2のガスとを含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない第1の解離種を生成するガスであることを特徴とするエッチング方法。

【請求項3】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第2のガスは、SiO₂エッチング性の大きい第2の解離種を生成するガスであることを特徴とするエッチング方法。

【請求項4】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、C₂F₆及びC₂F₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項5】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第2のガスは、C₂F₆ (m>n≧2) 及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項6】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、C₂F₆及びC₂F₄のうち少なくとも一方であり、前記第2のガスは、C₂F₆ (m>n≧2) 及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項7】 請求項6記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、CO及びC₂O₂の少なくとも一方をさらに含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項8】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、C₂O₂であり、前記第2のガスは、C₂F₆ (m>n≧2) 及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項9】 請求項1記載のエッチング方法において、前記第1のガスはCOであり、前記第2のガスはC₂F₆であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項10】 請求項1又は5記載のエッチング方法において、前記エッチングガスは、前記第1のガスを選択的に励起し解離させて第1の解離種を生成させる第3のガスをさらに含み、かつ前記第1のガスはC₂F₆であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項11】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスは、分子軌道計算による前記第1の解離種のしきいエネルギーとほぼ等しい準安定準位エネルギーを備えた不活性ガスであることを特徴とするエ

ッチング方法。

【請求項12】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスは、前記エッチングガス全体に対する体積比が50%以上であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項13】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスは、He, Ne, Ar, Xeのうち少なくとも1つであることを特徴とするエッチング方法。

10 【請求項14】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第1の解離種は、C₂F₆, CF₃及びCF₃⁺のうち少なくとも1つであることを特徴とするエッチング方法。

【請求項15】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスはHeであり、前記第1の解離種はCF₃及びCF₃⁺であることを特徴とするエッチング方法。

20 【請求項16】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスはNeであり、前記第1の解離種はCF₃及びCF₃⁺であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項17】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスはArであり、前記第1の解離種はCF₃であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項18】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスはXeであり、前記第1の解離種はC₂F₆及びCF₃であることを特徴とするエッチング方法。

30 【請求項19】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第1のガスは、CO及びC₂O₂の少なくとも一方をさらに含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項20】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第3のガスの前記エッチングガス全体に対する体積比を増加させることにより、前記SiO₂膜表面に衝突するイオン数を増加させることを特徴とするエッチング方法。

【請求項21】 請求項10記載のエッチング方法において、前記第1のガスの前記エッチングガス全体に対する体積比を増加させることにより、SiO₂酸化膜表面の活性サイトを増加させることを特徴とするエッチング方法。

【請求項22】 エッチングガスに変動する電磁界を加えて前記エッチングガスを解離させることによりイオン性解離種及び電子からなるプラズマと中性解離種とを発生させ、この中性解離種をSi基板に形成されたSiO₂膜表面に付着させるとともにその付着した中性解離種に前記イオン性解離種を衝突させることにより、前記SiO₂膜表面を所定の形状にエッチングするエッチング方法において、

50 前記エッチングガスは、Si保護性・レジスト保護性・

Si, N, 保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない性質を有する第1のガスと、SiO₂エッチング性の大きい性質を有する第2のガスとを含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項23】 上部にSiO₂膜が形成されたSi基板が内部に配置されるとともにエッチングガスが導かれる容器と、その容器に導かれたエッチングガスに変動する電磁界を加えてプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、前記SiO₂膜表面を所定の形状にプラズマエッチングするエッチング装置において、

前記エッチングガスは、C_mF_n、C_mF_n及びC_mO_nのうち少なくとも1つと、C_mF_n (m>n≥2) 及びCF_mのうち少なくとも一方とを含むことを特徴とするエッチング装置。

【請求項24】 請求項23記載のエッチング装置において、前記プラズマ発生手段は、前記容器内にマイクロ波を導入するとともに磁場を発生させ、前記エッチングガスを電子サイクロトロン共鳴によってプラズマ化する手段であることを特徴とするエッチング装置。

【請求項25】 請求項23記載のエッチング装置において、前記エッチングガスは、C_mF_nと、C_mF_n (m>n≥2) 及びCF_mのうち少なくとも一方と、He, N, Ar, Xeのうち少なくとも1つとを含むことを特徴とするエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマエッチングによるエッチング方法に係わり、特に、半導体装置のエッチングプロセスに好適なエッチング方法及びそのエッチング方法を実施するエッチング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 IC・LSI等の半導体装置は、表面にSiO₂酸化膜を形成したSi基板とその基板の上に設けられた半導体要素（ダイオード等）からなる半導体チップをリードフレームの上面に搭載し、半導体チップの端子とリードフレームのリードとの間を金属細線で接続して構成されている。この基板の形成にあたってはSiO₂酸化膜をエッチングにより所定の形状に形成するが、このエッチングプロセスにおいては、微細パターン形成を目的としプラズマエッチングが行われている。このプラズマエッチングにおいては、例えば反応室内にエッチングガスとしてC_mF_n (m>n≥2又はm=4, n=1) で表されるガス（以下適宜、C_mF_n系ガスと略す）を導入し、電極に高圧を印加して放電させプラズマを生成すると共に、プラズマ中の電子との衝突によってこのC_mF_n系ガス分子を解離させる。このとき原則として中性解離とイオン性解離とが生じ、中性解離種である付着性のラジカル・分子がフルオロ膜としてSiO₂酸化膜上に付着するとともに、イオン性解離によって生じたイオンがこのフルオロ膜に衝突することにより付

着した中性解離種とSiO₂とが気化し、SiO₂酸化膜を所定の形状に刻むことができる。

【0003】 かかるプラズマエッチング装置には、電磁波の導入方法とプラズマの生成方法の違いにより、方式の違う装置が存在し、反応室内圧力の大きさが異なる。ECRマイクロ波、ヘリコン、マグネトロン、RFの各プラズマ装置では、それぞれの圧力のおよその範囲は、1~5mTorr、10~100mTorr、10~100mTorr、100~1000mTorrである。RFのような高圧力の装置では、主ガスとしてArを使用する。Arの励起、電離には高エネルギーの電子が消費されるため、導入ガス分子の解離には低エネルギーの電子が使われる。導入ガス分子としては、CF_m、CHF_mが用いられる。また、マグネトロンにおいても、Arを混合する場合がある。

【0004】 ここにおいて、近年、高集積化の進展により、64MDRAM以降の半導体装置におけるSiO₂酸化膜のエッチングでは、アスペクト比（深さ／底辺長さ）の高い溝又は穴を掘る技術が求められている。アスペクト比を高くするには、エッチレート・アスペクト比の場所による差異や保護膜の薄膜化をカバーするために、選択比（=(SiO₂エッチレート)/(SiO₂以外エッチレート)）の向上が不可欠になる。

【0005】 ここにおいて、半導体チップのSi基板上のSiO₂酸化膜のエッチングは、SiO₂酸化膜の上にレジストによるパターンを形成し、これをマスクとしてSiO₂酸化膜のみを所定形状にエッチングする。したがって、選択比の向上のためには、SiO₂エッチレートと、Siエッチレート・レジストエッチレートとの比を大きくしなければならない。また近年、エッチングにより極細の溝を得ようとする場所の両側におけるSiとSiO₂酸化膜との中間に予めpolySiの電極を埋め込み、この後でエッチングを行うことにより高いアスペクト比を得る手法が行われており、この場合、そのpolySi電極の外側をSi₃N₄で覆う構造となるので、選択比の向上を考える場合には、このSi₃N₄エッチレートも考慮に入れる必要がある。すなわち、以上より、向上すべき選択比=(SiO₂エッチレート)/((Siエッチレート)or(レジストエッチレート)or(Si₃N₄エッチレート))となる。そしてこのとき、エッチングガスのSiO₂付着性が大きくかつSiO₂エッチング性が大きくなればSiO₂エッチレートが大きくなり、またSi保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性が大きくなればSiエッチレート、レジストエッチレート若しくはSi₃N₄エッチレートが小さくなる関係となる。

【0006】 このような選択比の向上に関する公知技術として、例えば、特開昭57-108267号公報がある。この公知技術は、エッチングガスにC_mF_nを用いてSiO₂酸化膜をプラズマエッチングすることにより、Si基板上のSiO₂酸化膜を選択的にエッチングし、

選択比を向上させるものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公知技術においては以下の問題点が存在する。一般に、半導体装置のSiO₂酸化膜のエッチングにおいては、生産性等の観点からSiO₂エッチレート約0.4μm/分以上が要求されている。よって例えば、1993 DRY PROCESS SYMPOSIUM P103-108 HIGH RATE AND HIGH SELECTIVITY SiO₂ ETCHING EMPLOYING INDUCTIVELY COUPLED PLASMA Fig3, 6, 9等に示されているように、従来のC₂F₆系ガスをを用いた場合においてもこれ以上のエッチレートとなるようにプラズマエッチングが行われる。

【0008】しかし、上記公知技術によれば、C₂F₆ガスをを用いることによって、選択比(SiO₂エッチレート/Siエッチレート)が従来のC₂F₆系ガス(CF₄・C₂F₆)を用いた場合に比し向上しているものの、SiO₂エッチレートの値そのものは従来のC₂F₆系ガス(CF₄・C₂F₆)を用いた場合に比し大きく低下している。また、そもそも上記公知技術におけるエッチング条件は、従来のCFガスを用いた場合であってもエッチレートが約0.4μm/分よりかなり小さく(CF₄: 0.11μm/分、C₂F₆: 0.09μm/分)、C₂F₆を用いた場合ではそれよりさらに小さい0.065μm/分であるので、このままこの公知技術の結果を半導体装置のSiO₂酸化膜のエッチングに適用するのは妥当性がない。さらに、選択比を考える場合に、Siエッチレートしか考慮されておらずレジスト・Si₃N₄エッチレートについては考慮されていない。

【0009】本発明の目的は、SiO₂エッチレートを低下させることなく選択比を向上することができるエッチング方法及びエッチング装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、エッチングガスに変動する電磁界を加えてプラズマを発生させ、Si基板に形成されたSiO₂膜表面を所定の形状にプラズマエッチングするエッチング方法において、前記エッチングガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない性質を有する第1のガスと、SiO₂エッチング性の大きい性質を有する第2のガスとを含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0011】好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない第1の解離種を生成するガスであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0012】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第2のガスは、SiO₂エッチング性の大きい第2の解離種を生成するガスであることを特徴とする

エッチング方法が提供される。

【0013】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、C₂F₆及びC₂F₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0014】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第2のガスは、C₂F₆(m>n≥2)及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0015】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、C₂F₆及びC₂F₄のうち少なくとも一方であり、前記第2のガスは、C₂F₆(m>n≥2)及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0016】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、CO及びC₂O₂の少なくとも一方をさらに含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0017】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、C₂O₂であり、前記第2のガスは、C₂F₆(m>n≥2)及びCF₄のうち少なくとも一方であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0018】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、COであり、前記第2のガスは、C₂F₆であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0019】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記エッチングガスは、前記第1のガスを選択的に励起し解離させて第1の解離種を生成させる第3のガスをさらに含み、かつ前記第1のガスはC₂F₆であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0020】また、好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスは、分子軌道計算による前記第1の解離種のしきいエネルギーとほぼ等しい、準安定準位エネルギーを備えた不活性ガスであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0021】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスは、前記エッチングガス全体に対する体積比が50%以上であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0022】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスは、He, Ne, Ar, Xeのうち少なくとも1つであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0023】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1の解離種は、C₂F₆, CF₄及びCF₃のうち少なくとも1つであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0024】また好ましくは、前記エッチング方法にお

いて、前記第3のガスはHeであり、前記第1の解離種はCF及びCF'であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0025】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスはNeであり、前記第1の解離種はCF及びCF'であることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0026】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスは、Arであり、前記第1の解離種は、CFであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0027】さらに好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスはXeであり、前記第1の解離種はC₂F及びCFであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0028】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスは、CO及びC₂O₂のうち少なくとも一方をさらに含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0029】さらに、好ましくは、前記エッチング方法において、前記第3のガスの前記エッチングガス全体に対する体積比を増加させることにより、前記SiO₂膜表面に衝突するイオン数を増加させることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0030】また好ましくは、前記エッチング方法において、前記第1のガスの前記エッチングガス全体に対する体積比を増加させることにより、SiO₂酸化膜表面の活性サイトを増加させることを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0031】さらに上記目的を達成するために、本発明によれば、エッチングガスに変動する電磁界を加えて前記エッチングガスを解離させることによりイオン性解離種及び電子からなるプラズマと中性解離種とを発生させ、この中性解離種をSi基板に形成されたSiO₂膜表面に付着させるとともにその付着した中性解離種に前記イオン性解離種を衝突させることにより、前記SiO₂膜表面を所定の形状にエッチングするエッチング方法において、前記エッチングガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない性質を有する第1のガスと、SiO₂エッチング性の大きい性質を有する第2のガスとを含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

【0032】また上記目的を達成するために、本発明によれば、上部にSiO₂膜が形成されたSi基板が内部に配置されとともにエッチングガスが導かれる容器と、その容器に導かれたエッチングガスに変動する電磁界を加えてプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、前記SiO₂膜表面を所定の形状にプラズマエッチングするエッチング装置において、前記エッチングガスは、C₂F₆、C₂F₄及びC₂O₂のうち少なくとも1つ

と、C₂F₆ ($m > n \geq 2$) 及びCF₄のうち少なくとも一方とを含むことを特徴とするエッチング装置が提供される。

【0033】好ましくは、前記エッチング装置において、前記プラズマ発生手段は、前記容器内にマイクロ波を導入するとともに磁場を発生させ、前記エッチングガスを電子サイクロトロン共鳴によってプラズマ化する手段であることを特徴とするエッチング装置が提供される。

【0034】また好ましくは、前記エッチング装置において、前記エッチングガスは、C₂F₆と、C₂F₄ ($m > n \geq 2$) 及びCF₄のうち少なくとも一方と、He、Ne、Ar、Xeのうち少なくとも1つとを含むことを特徴とするエッチング装置が提供される。

【0035】

【作用】以上のように構成した本発明においては、エッチングガスの備えた第1のガスが、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性が大きい性質を有することにより、Siエッチレート・レジストエッチレート・Si₃N₄エッチレートが小さくなる。また第1のガスがSiO₂付着性が小さくない性質を有するとともに第2のガスがSiO₂エッチング性の大きい性質を有することにより、SiO₂エッチレートが大きくなる。よって、結果として選択比 ((SiO₂エッチレート)/(Siエッチレート)or(レジストエッチレート)or(Si₃N₄エッチレート))を向上することができる。またこのときSiO₂エッチレート自体も大きくなるので、SiO₂エッチレートを大きく低下させる公知技術と異なり、SiO₂エッチレートを低下させることなく選択比を向上することができる。

【0036】また第1のガスは、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない第1の解離種を生成するガスであることにより、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きくSiO₂付着性が小さくない性質を有するエッチングガスを実現することができる。さらに第2のガスは、SiO₂エッチング性の大きい第2の解離種を生成するガスであることにより、SiO₂エッチング性の大きい性質を有するエッチングガスを実現することができる。また第1のガスは、C₂F₆及びC₂F₄のうち少なくとも一方であることにより、C₂F₆は、その解離種であるC₂F₆がSi保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性・付着性のいずれもが大きく、またC₂F₄は、C₂F₄そのままSi保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性が大きく、また解離種であるCF₂、CF₃、C₂F₂が付着性が大きいので、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のいずれもが大きく、かつSiO₂付着性が大きい性質を有するエッチングガスを実現することができる。さらに第2のガスは、C₂F₆ ($m > n \geq 2$) 及びCF₄のうち少なくとも一方であること

により、 C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 はいずれも SiO_2 エッチング性が大きいので、 SiO_2 エッチング性の大きい性質を有するエッチングガスを実現することができる。また第1のガスは、 C_2F_2 及び C_2F_4 のうち少なくとも一方であり、第2のガスが C_2F_6 ($m > n \geq 2$) 及び CF_4 のうち少なくとも一方である。これにより、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性については、 C_2F_6 はその解離種である C_2F_5 が大きくまた C_2F_5 はそのままでも大きい。そして C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 は Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は中程度である。よってこれらを混合しても、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は大きい。また SiO_2 付着性については、 C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 は、小さいものも大きいものもあるが、 C_2F_6 はその解離種である C_2F_5 が大きくまた C_2F_5 も解離種である CF_3 , CF_2 , C_2F が大きいので、これらを混合しても、少なくとも SiO_2 付着性は小さくはならない。さらに、 SiO_2 エッチング性については、 C_2F_6 は解離種である C_2F_5 は中程度でありまた C_2F_5 も中程度であるが、 C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 はいずれも SiO_2 エッチング性が大きい。よって、これらを混合しても、 SiO_2 エッチング性は大きい。よって、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性・ SiO_2 エッチング性が大きく、かつ、 SiO_2 付着性が小さくないエッチングガスを実現することができる。さらに第1のガスは、 CO 及び C_2O_2 の少なくとも一方をさらに含むことにより、 CO 又は C_2O_2 の解離種の C_2O は Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性が大きいので第1のガスの他の成分の働きを補強する。またこのとき CO 又は C_2O_2 の解離種の C_2O の SiO_2 付着性は中程度であるので第1のガスの他の成分の働きを阻害しない。また第1のガスは、 C_2O_2 であり、第2のガスが C_2F_6 ($m > n \geq 2$) 及び CF_4 のうち少なくとも一方である。これにより、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性については、 C_2O_2 はその解離種である C_2O が大きい。そして C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 は Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は中程度である。よってこれらを混合しても、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は大きい。また SiO_2 付着性については、 C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 は、小さいものも大きいものもあるが、 C_2O_2 はその解離種である C_2O が比較的大きいので、これらを混合しても、少なくとも SiO_2 付着性は小さくはならない。さらに、 SiO_2 エッチング性については、 C_2O_2 の解離種である C_2O は小さいが、 C_2F_2 , C_2F_4 , C_4F_6 , C_4F_8 , 等の C_nF_m ($m > n \geq 2$) や CF_4 はいずれも SiO_2 エッチング性が大きい。

よって、これらを混合しても、 SiO_2 エッチング性は大きい。よって、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性・ SiO_2 エッチング性が大きく、かつ SiO_2 付着性が小さくないエッチングガスを実現することができる。さらに第1のガスは CO であり、第2のガスは C_2F_6 である。これにより、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性については、 CO はともに大きい。そして C_2F_6 は Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は中程度である。よってこれらを混合しても、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性は大きい。また SiO_2 付着性については、 C_2F_6 が小さく CO は中程度であるが、 C_2F_6 が解離して生じる C_2F_5 が大きいので、これらを混合しても、少なくとも SiO_2 付着性は小さくはならない。さらに、 SiO_2 エッチング性については、 CO は非常に小さいが、 C_2F_6 及びその解離種である C_2F_5 が大きいので、これらを混合しても SiO_2 エッチング性は大きい。よって、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性・ SiO_2 エッチング性が大きく、 SiO_2 付着性が小さくないエッチングガスを実現することができる。また第1のガスである C_2F_6 を選択的に励起し解離させて第1の解離種を生成させる第3のガスをさらに含むことにより、第3のガスを適宜選択することでこの第3のガスに対応する C_2F_5 の解離種の生成を選択的に促進することができる。よって、所望の付着性・保護性・エッチング性を備えた C_2F_5 の解離種を得るように C_2F_5 の解離経路を制御することができる。さらに第3のガスは、分子軌道計算による第1の解離種のしきいエネルギーとほぼ等しい準安定準位エネルギーを備えた不活性ガスである。ここで準安定状態の不活性ガスは励起エネルギーのほぼ等しい準位を持つ分子と相互作用してその分子を選択的に励起し解離させる性質を有するので、結果として C_2F_5 を選択的に励起し解離させる手段を実現することができる。また第3のガスは、エッチングガス全体に対する体積比が50%以上であることにより、選択的励起促進作用を確実に行うことができる。さらに第3のガスは、 He , Ne , Ar , Xe のうち少なくとも1つであることにより、それぞれは19.82 eV, 16.62 eV, 11.72 eV, 8.32 eVの準安定準位エネルギーを備える。よって、 He は励起エネルギーが19.8 eVである $C_2F_5 \rightarrow CF + CF^+$ の解離をさせることができ、 Ne は励起エネルギーが16.2 eVである $C_2F_5 \rightarrow CF + CF^+$ の解離をさせることができ、 Ar は励起エネルギーが12.2 eVである $C_2F_5 \rightarrow 2CF$ の解離をさせることができ、 Xe は励起エネルギーが8.0 eVである $C_2F_5 \rightarrow C_2F + F$ の解離と7.6 eVである $C_2F_5 \rightarrow 2CF$ の解離をさせることができる。また第1の解離種は、 C_2F_5 , CF 及び CF^+ のうち少なくとも1つであることにより、これらはすべて Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性・ SiO_2 付着性が大きいので、 Si 保護性・レジ

ト保護性・Si, N, 保護性・SiO₂のいずれもが大きい性質の第1のガスを実現することができる。さらに第3のガスはHeであり、第1の解離種はCF及びCF⁺であることにより、エッチングガスにHeを加えてC₂F₂→CF+CF⁺の解離を起こさせる手段を実現することができる。また第3のガスはNeであり、第1の解離種はCF及びCF⁺であることにより、エッチングガスにNeを加えてC₂F₂→CF+CF⁺の解離を起こさせる手段を実現することができる。さらに第3のガスはArであり、第1の解離種はCFであることにより、エッチングガスにArを加えてC₂F₂→2CFの解離を起こさせる手段を実現することができる。また第3のガスはXeであり、第1の解離種はC₂F及びCFであることにより、エッチングガスにXeを加えてC₂F₂→C₂F+F及びC₂F₂→2CFの解離を起こさせる手段を実現することができる。さらに第1のガスはCO及びC₂O₂のうち少なくとも一方をさらに含むことにより、CO又はC₂O₂はSi保護性・レジスト保護性・Si, N, 保護性が大きいので第1のガスの他の成分の働きを補強する。またこのときCO又はC₂O₂のSiO₂付着性は中程度であるので第1のガスの他の成分の働きを阻害しない。

【0037】また第3のガスのエッチングガス全体に対する体積比を増加させることにより、中性解離種の密度を相対的に低下させ、イオン性解離種密度すなわちイオン密度を増加させることができる。したがって付着フルオロ膜に衝突するイオン数が増えるので、SiO₂エッチレートを増加させることができる。

【0038】さらに第1のガスのエッチングガス全体に対する体積比を増加させ、SiO₂酸化膜表面の活性サイトを増加させることにより、活性サイトにはCF₂, COが付着しやすいので、結果としてSiO₂酸化膜への中性解離種の付着レートが増加する。

【0039】

【実施例】本発明の実施例を図1～図10により説明する。本発明の第1の実施例を図1及び図2により説明する。本実施例によるエッチング方法を実施するエッチング装置を図2に示す。図2において、エッチング装置100は、上部にSiO₂酸化膜（図示せず）が形成されたSi基板9が内部に配置される反応室3bと、ガス導入系5を介しエッチングガス21が導かれるプラズマ生成室3aと、を備えたエッチング容器3を有する。

【0040】また、図示しないSiO₂酸化膜には所定のレジストによるパターンが形成されており、このレジストパターンは、SiO₂酸化膜のみを所定形状にエッチングできるようなマスクとしての役割を果たす。さらに、エッチングガス21には、C_mF_n（m>n≥2又はn=4, m=1）で表されるガスと、C₂F₂（パーフルオロベンゼン）ガスとが含まれている。またエッチング容器3のプラズマ生成室3aには、マイクロ波導波管1

を通して2.45GHzのマイクロ波が導入され、またプラズマ生成室3aの外側に設置した磁石2により1KGauss程度の磁場が加えられる。これにより、プラズマ生成室3aに導かれたエッチングガス21には変動する電磁界が加えられることとなり、エッチングガス21は磁束密度が875Gaussに等しいECR位置6において電子サイクロトロン共鳴によりプラズマ化されて解離し、イオン性解離種及び電子からなるプラズマ4と中性解離種とが生成する。

10 【0041】この生成された中性解離種・イオン性解離種は図示下方向に輸送されて反応室3b内に流入し、さらに反応室3b内をSi基板9方向に輸送される。そして中性解離種がフルオロ膜としてSi基板9のSiO₂酸化膜上に付着するとともに、その付着した中性解離種にイオン性解離種が衝突することによってSiO₂膜表面が所定の形状にエッチングされる。そしてこのとき、Si基板9を支持するウェハ支持台10は高周波電源11に接続されており、Si基板9には高周波が印加されて自己バイアスが生成され、これによってイオン性解離種のイオンエネルギーを制御することができる。

20 【0042】以上のように、本実施例は、エッチングガス21をプラズマ化して行うプラズマエッチング方法に係わるものであるが、その要部は、エッチングガス21の構成成分にある。すなわち、本実施例は、エッチングガス21の成分を適宜選定することにより、エッチングにおける選択比の向上を達成するものである。以下、このエッチングガス21の成分の選定について図1により説明する。

30 【0043】前述したように、Si基板9上のSiO₂酸化膜のエッチングは、SiO₂酸化膜の上にレジストによるパターンを形成し、これをマスクとしてSiO₂酸化膜のみを所定形状にエッチングする。したがって、選択比の向上のためには、SiO₂エッチレートと、Siエッチレート・レジストエッチレートとの比を大きくしなければならない。また近年、エッチングにより極細の溝を得ようとする場所の両側におけるSiとSiO₂酸化膜との中間に予めpolySiの電極を埋め込み、この後でエッチングを行うことにより高いアスペクト比を得る手法が行われており、この場合、そのpolySi電極の外側をSi₃N₄で覆う構造となるので、選択比の向上を考える場合には、このSi₃N₄エッチレートも考慮に入れる必要がある。よって、向上すべき選択比＝(SiO₂エッチレート) / ((Siエッチレート)or(レジストエッチレート)or(Si₃N₄エッチレート)) となって、選択比を大きくするには、SiO₂エッチレートを相対的に大きくし、またSiエッチレート・レジストエッチレート・Si₃N₄エッチレートを相対的に小さくすればよいことになる。そして、エッチングガス21のSiO₂エッチレートを大きくするためには、エッチングガス21のSiO₂付着性が大きく（すなわち付着レートが大

きく)かつ SiO_2 エッチング性が大きければよい(又は、どちらか一方が中程度でも良い)。またエッチングガス21の Si エッチレート・レジストエッチレート・ Si_3N_4 エッチレートを小さくするためには、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性がそれぞれ大きければよい。

【0044】一般に、エッチングガスに含まれる母ガス分子又はその母ガス分子が解離して発生する解離種(中性解離種・イオン性解離種)は、その種類によって SiO_2 附着性・ SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性の大小が異なる。本願発明者等は、従来エッチングガスとして一般的に用いられている C_mF_n ($m > n \geq 2$ 又は $m=4, n=1$)の C_mF_n 系ガスに加え、 $\text{CF} \cdot \text{C}_2\text{F}_2$ 等のガス(以下適宜、これらすべてをまとめて CF 系ガスという)と、さらに $\text{C} \cdot \text{F}$ の他に H を含む $\text{CHF} \cdot \text{CHF}_2$ 等のガス(以下適宜 CHF 系ガスという)と、さらに $\text{H} \cdot \text{F} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}$ 、 O について、上記の SiO_2 附着性・ SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性の大小について検討を行い、図1に示す結果を得た。以下、これら母ガス分子及び解離種における SiO_2 附着性・ SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si_3N_4 保護性につき順次説明する。

【0045】(1) SiO_2 附着性

SiO_2 附着性は、母ガス分子・解離種の電子状態からおおよそ性質を判断できる。スピンを持つ(環状結合や多重結合、スピン0の非結合電子対を持つ)分子である $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4, \text{CF}_2, \text{C}_2\text{F}_6, \text{C}_2\text{F}_8$ 等は、表面の不對電子の存在しないサイトであればスピンを保存する付着反応を起こすことができ SiO_2 附着性が大きい。この $\text{CF}_2, \text{C}_2\text{F}_2, \text{CF}$ の電子状態については、Phys. Rev. B45 (1992)P11299～、若しくはPhys. Rev. A43(1991)P5810～、若しくはInt. J. Supercomp. Appl. 2, (1988)P58～に示された分子軌道計算から知ることができ、また CF_2 と CF の付着膜上の付着率についてはJpn. J. Appl. Phys. Vol. 32(1993)pp. L690-L693. に記載されているように実測値が存在する。

【0046】また、非結合電子対を持つスピン0の分子 CF_4, CO 等は、金属表面や不對電子の存在する付着膜表面上のサイトであれば、スピンを保存する付着反応を起こせるので付着しやすいが、表面付着膜上の不對電子の寿命は衝突時間より短いので、付着膜上は付着しにくい。スピンを持つ(多重結合や環状結合、スピン0の非結合電子対を持たない)原子分子 $\text{F}, \text{CF}_3, \text{O}_2, \text{CH}_2\text{F}_2, \text{CH}_3\text{F}, \text{CHF}$ 等は、金属表面、多重結合や準安定な結合のある表面、スピン0の不對電子対のある表面では、比較的付着しやすい。よってこれらは、総合的にみて SiO_2 附着性の大きさとしては中程度である。さらに、多重結合や環状結合を持つスピン0の分子 $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4$ 等は、活性化エネルギーを乗り越える反応が必要

であることから、活性サイト以外では付着しにくいので、 SiO_2 附着性は小さい。また、閉殻で安定な分子 $\text{CF}_4, \text{CHF}_3, \text{CH}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_6$ 等は、活性表面以外では付着しにくいので、 SiO_2 附着性は非常に小さい。

【0047】(2) SiO_2 エッチング性

SiO_2 エッチングのためには、 Si をフッ化させ、 C を酸化させる CF 系ガスが優れている傾向があり、特に、 C_mF_n ($m > n \geq 2$ 又は $n=1, m=4$)で表される C_mF_n 系ガス、すなわち、 $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6, \text{C}_2\text{F}_8, \text{CF}_2, \text{CF}_4$ 等は SiO_2 エッチング性が大きい。またその他の CF 系ガスのうちの $\text{CF}_2, \text{CF}_3, \text{CHF}$ 系ガスの1つである CHF 等も SiO_2 エッチング性が大きい。一方、その他の CF 系ガスのうち、 F 原子の C 原子に対する比(以下適宜 FC 比という)が比較的小さい $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4, \text{CF}_2, \text{CF}_4, \text{CHF}$ 系ガスである $\text{CHF}, \text{CH}_2\text{F}_2, \text{CHF}_3$ 、単原子分子である F 等は SiO_2 エッチング性の大きさとしては中程度である。例えば、 C_2F_2 は、 SiO_2 と反応して、気化する分子 SiF_4 と2 CO を生成できるので、 C_2F_2 を混合しても SiO_2 のエッチング性は阻害されない。また、 $\text{CO}, \text{O}_2, \text{H}, \text{C}_2\text{O}, \text{CH}_3\text{F}$ 等は SiO_2 エッチング性が小さい。

【0048】(3) Si 保護性(4) レジスト保護性

Si の保護及びレジストの保護のためには、フッ化反応を進める過剰な F の存在や、 C の酸化により F を過剰にさせる O の存在が好ましくない傾向にあるが、 F を吸収する H の存在や、 F が少ない付着膜が表面に形成されることは好ましい傾向にある。上記種々の要因を勘案すると、 CF 系ガスのうち FC 比が比較的小さい $\text{C}_2\text{F}_2, \text{CF}_2, \text{CF}_4, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6$ 、及び CHF 系ガスのうちの $\text{CHF}_2, \text{CH}_2\text{F}_2, \text{CHF}, \text{CH}_3\text{F}$ 等は、 Si 保護性及びレジスト保護性が大きい。また $\text{CO}, \text{C}_2\text{O}$ は付着膜中に存在することにより F を希釈するので Si 保護性及びレジスト保護性が大きい。また、 C_mF_n 系ガスである $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6, \text{C}_2\text{F}_8$ 、その他の CF 系ガスである CF_2 等は、 Si 保護性及びレジスト保護性の大きさとしては中程度である。また CHF 系ガスである CHF_3 は、レジスト保護性は中程度であるが Si 保護性はやや小さい。さらに、 C_mF_n 系ガスである CF_4 、その他の CF 系ガスである CF_2 、及び O_2, F 等は、 Si 保護性・レジスト保護性が小さい。

【0049】(5) Si_3N_4 保護性

Si_3N_4 保護のためには、フッ化反応を進める過剰な F の存在や、アンモニア化反応を進める H の存在が好ましくない傾向がある。上記を勘案すると、 CF 系ガスのうち FC 比が比較的小さい $\text{C}_2\text{F}_2, \text{CF}_2, \text{CF}_4, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6$ 等は Si_3N_4 保護性が大きい。また、 $\text{CO}, \text{C}_2\text{O}$ は付着膜中に存在することにより F を希釈するので Si_3N_4 保護性が大きい。また、 C_mF_n 系ガスである $\text{C}_2\text{F}_2, \text{C}_2\text{F}_4, \text{C}_2\text{F}_6, \text{C}_2\text{F}_8$ 、その他の CF 系ガスである CF_2 等は、 Si_3N_4 保護性の大きさとしては中程度である。さらに、

CHF系ガスである CH_3F , CH_2F_2 , CHF_3 , CH_3F , CHF_3 , C_2F_6 系ガスである CF_4 、その他のCF系ガスである CF_3 、及び H_2F , F_2O 等は、 Si , N , 保護性が小さい。

【0050】上記の結果から、エッチングガス21の SiO_2 エッチレートを大きくするものは、(1) SiO_2 付着性、及び(2) SiO_2 エッチング性の両方が大きい(又は一方が中程度でもよい)ものであるから、図1の上2段の両方において真ん中から右側にあるものである。またエッチングガス21の Si エッチレート・レジストエッチレート・ Si , N , エッチレートを小さくするものは、(3) Si 保護性(4)レジスト保護性(5) Si , N , 保護性のそれぞれが大きいものであるから、図1の下3段の全てにおいて右側にあるものである。

【0051】以上において、本実施例のエッチングガス21は、 C_2F_6 (パーフルオロベンゼン) ガスと C_2F_4 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)で表されるガスとを含んでいる。 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性については、(3)(4)(5)で検討したように、 C_2F_6 はその解離種である C_2F_5 が大きい。そして C_2F_4 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)は Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性は中程度であって C_2F_6 の特性を阻害しない。よってこれらの混合気体であるエッチングガス21は Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性が大きくなる。また SiO_2 付着性については、 C_2F_6 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)は、小さいものも大きいものもあるが、 C_2F_4 の解離種である C_2F_5 が大きいので、これらの混合気体であるエッチングガス21は、少なくとも SiO_2 付着性は小さくはない(中程度以上である)。さらに、 SiO_2 エッチング性については、 C_2F_6 の解離種である C_2F_5 が中程度であるが、 C_2F_4 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)はいずれも大きい。よって、これらの混合気体であるエッチングガス21も SiO_2 エッチング性は大きい。

【0052】したがって、本実施例のエッチングガス21は、 SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性のすべてが大きく、 SiO_2 付着性が小さくない性質を有することがわかる。

【0053】以上説明したように、本実施例によれば、エッチングガス21が、 SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性のすべてが大きく、 SiO_2 付着性が小さくない性質を有するので、選択比 $((\text{SiO}_2\text{エッチレート})/(\text{Siエッチレート})\text{or}(\text{レジストエッチレート})\text{or}(\text{Si}, \text{N}, \text{エッチレート}))$ を向上することができる。したがって例えば、64 MDR AM (0.3 μm)以降のプロセスで必要となる高アスペクト比形状のエッチングが可能となる。またこのとき SiO_2 エッチレート自体も大きくなるので、 SiO_2 エッチレートを大きく低下させる公知技術と異なり、 SiO_2

エッチレートを低下させることなく選択比を向上することができる。

【0054】なお、上記実施例においては、エッチングガス21は C_2F_6 (パーフルオロベンゼン)を含んでいたが、これに代わって C_2F_4 でもよい。この場合にも C_2F_6 と同様、上記(3)(4)(5)で考察したように、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性のすべてが大きくなる。また SiO_2 付着性については、

(1)で考察したように C_2F_4 そのものは SiO_2 付着性は小さい。しかし、 C_2F_4 が解離すると解離種として C_2F_3 , CF_3 が生じ、これらの SiO_2 付着性は非常に大きい。よって、この場合についても同様の効果を得ることができる。

【0055】また、上記実施例のエッチングガス21は C_2F_6 (パーフルオロベンゼン)を含んでいたが、さらに CO 又は C_2O を含んでもよい。この場合 CO 、または C_2O が $\text{C}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{C}_2\text{O}$ と解離して生じる C_2O は、上記(3)(4)(5)で考察したように、 C_2F_6 と同様 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性のすべてが大きいため、 C_2F_6 によるこれらの働きを補強する役割を果たす。また上記(1)で考察したように、 SiO_2 付着性については C_2F_6 のように大きくないが、小さくはなく中程度であるので C_2F_6 によるこの働きを阻害しない。よって、この場合についても同様の効果を得ることができる。エッチングガス21が C_2F_6 でなく C_2F_4 を含んでいた場合も同様である。さらに、上記実施例のエッチングガス21の変形例として、 CO と C_2F_6 を含む構成でも良い。この場合、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性については、上記(3)(4)(5)で考察したように CO は大きい。そして C_2F_6 は Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性は中程度である。よってこれらを混合したエッチングガス21も、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性は大きい。また SiO_2 付着性については、上記(1)で考察したように C_2F_6 が小さく CO は中程度であるが、 C_2F_4 が解離して生じる C_2F_5 が大きいので、これらを混合したエッチングガス21は、少なくとも SiO_2 付着性は小さくはない。さらに、 SiO_2 エッチング性については、上記(2)で考察したように CO は非常に小さいが、 C_2F_6 及びその解離種である C_2F_5 が大きいので、これらを混合したエッチングガス21も SiO_2 エッチング性は大きい。よって、この場合についても同様の効果を得ることができる。

【0056】また、上記実施例のエッチングガス21のさらなる変形例として、エッチングガス21に含まれていた C_2F_6 (パーフルオロベンゼン)の代わりに C_2O を用いる構成でもよい。この場合には C_2O の解離種である C_2O が、上記(3)(4)(5)で考察したように、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性のすべてが大きくなる。また SiO_2 付着性については、

(1)で考察したように、 C_2O_2 の解離種の C_2O の SiO_2 付着性は C_2F_2 ほどではないが比較的大きい。よって、この場合についても同様の効果を得ることができる。

【0057】さらに、上記実施例においては、ECR位置で電子サイクロトロン共鳴によってプラズマ化を行うエッチング装置100を用いたが、これに限られるものではなく、他の方式のエッチング装置を用いても良い。この他の方式のエッチング装置を用いる変形例を以下、図3～図5により説明する。第1の実施例と同等の部材には同一の番号を付す。第1の変形例によるエッチング装置200を図3に示す。図3において、エッチング装置200はRIE (Reactive Ion Etching)装置と呼ばれるものであり、ガス導入系5を介してエッチングガス21が導かれる真空容器13を有する。真空容器13の内部には平行に並べられた上部電極12U、下部電極12Lが設けられており、下部電極12Lの上には、上部に SiO_2 酸化膜(図示せず)が形成された Si 基板9が載置されている。上部電極12U・下部電極12L間には高周波電源23によって高周波電圧が印加され、これによって真空容器13に導かれたエッチングガス21は変動する電磁界が加えられることとなり、エッチングガス21はプラズマ化されて解離・電離し、イオン性解離種及び電子からなるプラズマと中性解離種とが生成する。そして第1の実施例同様、 Si 基板9の SiO_2 酸化膜上に付着した中性解離種にイオン性解離種が衝突し SiO_2 膜表面が所定の形状にエッチングされる。

【0058】本変形例によるエッチング装置200を用いた場合も、第1の実施例と同様の効果を得る。なお、図4に示すように、エッチング装置200の真空容器13の外側に磁石(磁場コイル)14を設けた構成であるエッチング装置210を用いてもよく、この場合も同様の効果を得る。

【0059】第2の変形例によるエッチング装置300を図5に示す。図5において、エッチング装置300は、上部に SiO_2 酸化膜(図示せず)が形成された Si 基板9が内部に配置される真空容器17bと、ガス導入系5を介しエッチングガス21が導かれる石英製の円筒17aと、を備えたエッチング容器17を有する。

【0060】エッチング容器17の円筒17aにはアンテナ16が設けられており、アンテナ16には高周波電源24によって高周波が印加されて円筒17a内に電磁波が導入される。また円筒17a及び真空容器17bの外側には2重のコイル18が設置されており、これらのコイル18が軸方向の磁界を発生させる。円筒17aから真空容器17bに導かれたエッチングガス21は、この電磁波と軸方向磁界とによって変動する電磁界が加えられることとなり、プラズマ化されて解離・電離し、イオン性解離種及び電子からなるプラズマ25と中性解離種とが生成する。そして第1の実施例同様、 Si 基板9

の SiO_2 酸化膜上に付着した中性解離種にイオン性解離種が衝突し SiO_2 膜表面が所定の形状にエッチングされる。またこのとき、第1の実施例同様、 Si 基板9を支持するウェハ支持台10は高周波電源11に接続されており、 Si 基板9には高周波が印加されて自己バイアスが生成され、これによってイオン性解離種のイオンエネルギーを制御することができる。

【0061】本変形例によるエッチング装置300を用いた場合も、第1の実施例と同様の効果を得る。なお、エッチングガス21に解離させなくてよい成分(例えば CO 等)を含む場合には、この成分のみを別途真空容器17bに設けたガス導入系26を介して真空容器17bに導入し、真空容器17b内でエッチングガス21の残りの成分と混合しても良い。

【0062】本発明の第2の実施例を図6～図10により説明する。第1の実施例と同等の部材については同一の符号を付す。本実施例は、第1の実施例と同様にエッチングガスの成分に係わるものであるが、エッチングガスに不活性ガスを加えてエッチングガスの解離を抑制し、所望の特性の解離種を生成させることによって選択比の向上を達成するものである。本実施例によるエッチング方法を実施するエッチング装置を図6に示す。図6において、エッチング装置400は、上部に SiO_2 酸化膜(図示せず)が形成された Si 基板9が内部に配置されるとともにガス導入系29を介しエッチングガス21Bが導かれる反応室3bと、ガス導入系5を介しエッチングガス21Aが導かれるプラズマ生成室3aと、を備えたエッチング容器3を有する。エッチングガス21Aは不活性ガスである He ガスであり、またエッチングガス21Bには C_2F_2 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)で表されるガスと C_2F_2 ガスとが含まれている。また He ガス21Aはエッチングガス21全体(すなわち He ガス21Aとエッチングガス21Bとの和)に対する体積比が50%以上であるように供給されている。

【0063】第1の実施例のエッチング装置100と同様、エッチング容器3のプラズマ生成室3aには、マイクロ波導波管1を通してマイクロ波が導入され、またプラズマ生成室3aの外側に設置した磁石2により磁場が加えられる。これにより、プラズマ生成室3aに導かれた He ガス21Aには変動する電磁界が加えられることとなって He ガス21Aはプラズマ化されて解離し、イオン性解離種、準安定原子及び電子からなるプラズマ4が生成する。

【0064】ここで、プラズマ生成室3aと反応室3bの境界には複数のグリッド電極19が設置されるとともにその電位が正負交互になっており、これによってプラズマ生成室3a中を図示下方向に輸送されてきたプラズマ4の電子・イオン性解離種・準安定原子のうち、イオン性解離種と準安定原子だけが反応室3b内に取り出される。そして準安定原子は電界の影響を受けず等方的に

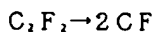
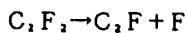
反応室3b内に拡散し、ガス導入系29を介し導入されたエッチングガス21Bと準安定原子とが反応室3b内で相互作用して(後述)特定の解離経路による特定の解離種(例えばCFとCF⁺)を生成させる。

【0065】そして、この特定の解離経路によって生じた中性解離種(例えばCF)がフルオロ膜としてSi基板9のSiO₂酸化膜上に付着するとともに、ヘリウムガス21Aからのイオン性解離種又は特定の解離経路によって生じたイオン性解離種(例えばCF⁺)がその付着した中性解離種に衝突し、これによってSiO₂膜表面が所定の形状にエッチングされる。そしてこのとき、第1の実施例と同様、Si基板9を支持するウェハ支持台10は高周波電源11に接続されており、イオン性解離種のイオンエネルギーを制御できる。

【0066】以上のように、本実施例も第1の実施例と同様、エッチングガス21をプラズマ化して行うプラズマエッチング方法に係わるものであるが、その要部は、Heガス21Aを加えることにある。すなわち、本実施例は、C_mF_n (m>n≥2又はn=4, m=1)ガスとC₂F₂ガスとが含まれるエッチングガス21BにHeガス21Aを加えてこれらを相互作用させることにより、エッチングガス21Bの解離経路を制御して所望の解離種を発生させることにより、エッチングにおける選択比の向上を達成するものである。以下、このHeガス21Aとエッチングガス21Bとの相互作用について図7～図9により説明する。

【0067】上述した第1の実施例は、母ガス自体又は母ガスから発生する解離種の性質(SiO₂付着性・SiO₂エッチング性・Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性)に鑑み、選択比の向上に適した性質を有する母ガスを選択するものであった。本実施例においては、その母ガスとしてC₂F₂を選択した場合、さらに選択比を確実に向上させるべくそのC₂F₂の解離経路を制御し解離種を選択的に発生させるものである。

【0068】C₂F₂の解離には以下の3つの解離パターンがある。



このように、C₂F₂は解離経路によってC₂F、CF、CF⁺、Fの4種類の解離種が発生し得る。そして、第1の実施例で説明したように、これらのそれぞれは、SiO₂付着性・SiO₂エッチング性・Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性の大きさが異なる。

【0069】すなわち、第1の実施例の(1)で考察したように(以下図1参照)、SiO₂付着性についてはCFが最も大きく、次いでC₂Fが大きい。Fは中程度である。なおCF⁺はイオン性解離種であるので付着を行わない。また(2)で考察したように、SiO₂エッチング性についてはCF、C₂F、Fいずれも中程度であ

るが、その大きさはCFがいちばん大きく、次いでC₂Fが大きく、Fはやや劣る。また第1の実施例においては特に説明しなかったが、CF⁺の特性はCFとほぼ同様であるので、図1中にかかって書きで追加して示す(以下同じ)。さらに(3)(4)(5)で考察したように、Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性についてはC₂Fが最も大きく、次いでCF(及びCF⁺)が大きい。またFは非常に小さい。

【0070】上記のような解離経路が存在するC₂F₂であるが、このいずれの解離が生じるかを判定するためには、分子軌道計算に基づいて原子間の結合次数を評価することにより、負の結合次数から分子軌道の反結合性と解離経路及び解離種とを特定できることが知られている。Phys.Rev.B45(1992)P11299～; Phys.Rev.A43(1991)P5810～; Int.J.Supercomp.App1.2,(1988)P58～に示された分子軌道計算により評価したC₂F₂(FC≡CF)の解離特性を図7に示す。なおこのときしきいエネルギーとは分子軌道計算による励起軌道とのエネルギー差を示している。図7によれば、しきいエネルギーの値によって解離種が異なってくるのがわかる。

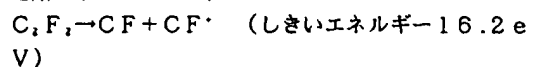
【0071】ここにおいて、一般に、準安定状態の不活性ガスが、励起エネルギーの近い準位を持つ分子と相互作用してその分子を励起できることが知られている。

「電離気体の原子・分子過程」(東京電気大学出版局)p.142に示された不活性ガスの準安定準位エネルギーを図8に示す。

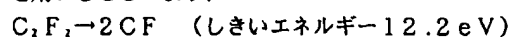
【0072】したがって、図8に示された不活性ガスの準安定準位エネルギーの値と図7に示されたC₂F₂の解離種のしきいエネルギーの値とがほぼ等しければ、その準安定状態の不活性ガスとC₂F₂との相互作用により該当する解離種を生成させることができる。この場合、以下のような解離の例が考えられる。

【0073】He(準安定準位エネルギーの1つが19.82eV)を用いることにより、
C₂F₂→CF+CF⁺ (しきいエネルギー19.8eV)

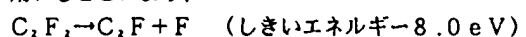
Ne(準安定準位エネルギーの1つが16.62eV)を用いることにより、



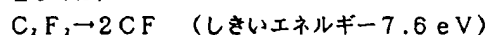
Ar(準安定準位エネルギーの1つが11.72eV)を用いることにより、



Xe(準安定準位エネルギーの1つが8.32eV)を用いることにより、



若しくは、



以上の不活性ガスとこれに対応するC₂F₂の解離種との組み合わせを図9にまとめて示す。

【0074】ところで、図7に示す解離種のしきいエネルギーの算出においては、前述したように分子軌道計算によって算出を行ったが、この分子軌道計算自体の精度がどの程度であるかが問題となる。そこでこの精度を検証するために、He及びArがSiH₄を選択的に解離する場合のしきいエネルギーを上記図7と同様の計算によって求めた。

【0075】すなわち、Heを用いてSiH₄→SiH₃・+Si・の解離をさせる場合には、分子軌道計算によるしきいエネルギーは21.2 eVとなり、また、Arを用いてSiH₄→SiH₃・+SiH・+Si・の解離をさせる場合には、分子軌道計算によるしきいエネルギーは12.2 eVとなる。

【0076】そしてこれらの計算値と、既に実測されているこのHe及びArの準安定準位エネルギー(Chem. Phys. Lett. 158(1989) P470~によれば、それぞれ21.2 eV及び11.7 eV)とを比較した。これを図10にまとめて示す。

【0077】He及びArとも、実測値と計算値との差は1 eV以内であり、分子軌道計算によっても、解離種のエネルギーをある程度の精度で予測できることが判った。これにより、先に示した図7、図8、図9において行った不活性ガスとC₂F₂の解離種との対応関係の妥当性が証明された。

【0078】以上説明したように、本実施例によれば、プラズマ生成室3a内でプラズマ化されて準安定状態に励起されたHeガス21Aが、Heの準安定準位エネルギーのうちの1つの19.82 eV近傍において、エッチングガス21Bに含まれているC₂F₂と相互作用し、C₂F₂→CF+CF・(しきいエネルギー19.8 eV)

の励起・解離を選択的に行わせることができる。そしてこのように解離経路及び解離種を制御するので、この解離種の有する所望の性質(SiO₂付着性・SiO₂エッチング性・Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性)を得て、選択比を向上させることができる。またHeガス21Aはエッチングガス全体に対する体積比が50%以上であるので、この選択的解離促進作用を確実に行うことができる。

【0079】なお、上記実施例においては、エッチングガス21AはHeであったが、これに限らず、前述したような他の不活性ガスすなわち、Ne、Ar、Xeを用いてもよい。この場合、Ne(準安定準位エネルギーの1つが16.62 eV)を用いることにより、C₂F₂→CF+CF・(しきいエネルギー16.2 eV)の解離を生じさせ、Ar(準安定準位エネルギーの1つが11.72 eV)を用いることにより、C₂F₂→2CF(しきいエネルギー12.2 eV)の解離を生じさせ、Xe(準安定準位エネルギーの1つが8.32 eV)を用いることにより、C₂F₂→C₂F+F(しきい

エネルギー8.0 eV)若しくは、C₂F₂→2CF(しきいエネルギー7.6 eV)の解離を生じさせることができるので、上記と同様、これらの解離種の有する所望の性質(SiO₂付着性・SiO₂エッチング性・Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性)を得ることができる。

【0080】また、上記実施例においては、エッチングガス21BはC₂F₂ガスとC₂F₄(m>n≥2又はn=4, m=1)ガスとを含んでいたが、第1の実施例と同様、さらにCO又はC₂O₂を含んでもよい。この場合CO、又はC₂O₂がC₂O₂→CO+C₂Oと解離して生じるC₂Oは、第1の実施例の上記(3)(4)(5)で考察したように、C₂F₂(又はその解離種)と同様Si保護性・レジスト保護性・Si₃N₄保護性のすべてが大きいので、C₂F₂のこれらの働きを補強する役割を果たす。また第1の実施例の(1)で考察したように、SiO₂付着性についてはC₂F₂の解離種であるC₂F又はCFのように大きくないが、小さくはなく中程度であるのでC₂F₂の働きを阻害しない。よって、この場合についても同様の効果を得ることができる。

【0081】さらに、上記実施例においては、不活性ガスでC₂F₂の解離経路を制御することにより解離種を選択し選択比を向上させたが、かかる不活性ガスを加えた場合において、さらに細かく、SiO₂エッチレートや付着レートの制御を行ってさらなる選択比の向上を図ることもできる。この変形例を以下に説明する。

【0082】①SiO₂エッチレートの制御

前述したように、He等の不活性ガスが励起されて準安定状態になる場合、自らが解離してイオン性解離種・準安定原子・電子が生じる。すなわち解離種としてはイオン性解離種のみが生じ、中性解離種は生じない。よってHeガス21A等不活性ガスのエッチングガス21全体に対する体積比(混合比)を増加させることにより、反応室3b内の中性解離種の密度を相対的に低下させ、イオン性解離種密度すなわちイオン密度を増加させることができる。したがって付着フルオロ膜に衝突するイオン数が増えるので、SiO₂エッチレートを増加させることができる。また例えば、CO、Ne、Heの混合はイオン密度を減少させ、Kr、Xeの混合はイオン密度を増加させる。またエッチレートの調節では、この他にガス流量やマイクロ波パワー、圧力を変化させても良い。

【0083】②付着レートの制御

エッチングガス21Bに含まれるC₂F₂(FC≡CF)は、そのエッチングガス21全体に対する体積比(混合比)を増すことによってSiO₂酸化膜表面の活性サイトを増加させるはたらきを有する。そしてこの活性サイトにはCF₂、COが付着しやすいことから、結果としてSiO₂酸化膜への中性解離種の付着レートが増加することになる。このため、ガス流量やマイクロ波パワー、圧力を変化させずに、イオン密度をほとんど変化させず

に付着レートを変化させることができる。またこのとき、 C_2F_2 から発生し SiO_2 酸化膜に付着する中性解離種(CF , C_2F 等)は反応性が高いので、気相中の衝突で反応を起こしその特性を失う可能性がある。そこで、この中性解離種を効果的に使用するべく、反応室3b内におけるエッチングガス21Bの分圧を調節することにより、これら中性解離種と C_2F_2 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)ガス等との衝突頻度を変化させ、 SiO_2 酸化膜表面への付着レートを制御することができる。なおエッチングガス21Bの分圧を変化させる範囲は、 C_2F_2 ($m > n \geq 2$ 又は $n = 4, m = 1$)ガス等との衝突の平均自由行程が反応室3bの大きさの1/10以上になるようにすることが好ましい。

【0084】以上①②に基づき、エッチングガス21全体に対する不活性ガスの混合比又は $FC \equiv CF$ の混合比、並びにエッチングガス21Bの分圧を調節することにより、付着レート又は SiO_2 エッチングレートを独立に制御できる。これにより、上記第2の実施例による方法で C_2F_2 の解離経路を選択的に制御し、さらに、不活性ガス又は $FC \equiv CF$ の混合比を調節して選択比を制御し、所望の選択比を得ることができる。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、エッチングガスの備えた第1のガスが、 Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性が大きい性質を有するので、 Si エッチレート・レジストエッチレート・ Si , N , エッチレートが小さくなる。また第1のガスが SiO_2 付着性が小さくない性質を有するとともに第2のガスが SiO_2 エッチング性が大きい性質を有するので、 SiO_2 エッチレートが大きくなる。よって、結果として選択比(SiO_2 エッチレート)/(Si エッチレート)or(レジストエッチレート)or(Si , N , エッチレート)を向上することができる。したがって例えば、64MDRAM(0.3 μm)以降のプロセスで必要となる高アスペクト比形状のエッチングが可能となる。またこのとき SiO_2 エッチレート自体も大きくなるので、 SiO_2 エッチレートを大きく低下させる公知技術と異なり、 SiO_2 エッチレートを低下させることなく選択比を向上することができる。

【0086】また第1のガスは、 CO 及び C_2O_2 のうち少なくとも一方をさらに含むので、 CO 又は C_2O_2 は Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性が大きいので第1のガスの他の成分の働きを補強する。またこのとき CO 又は C_2O_2 の SiO_2 付着性は中程度であるので第1のガスの他の成分の働きを阻害しない。さらに第1のガスである C_2F_2 を選択的に励起し解離させて第1の解離種を生成させる第3のガスをさらに含むので、第3のガスを適宜選択することでこの第3のガスに対応する C_2F_2 の解離種の生成を選択的に促進することができる。よって、所望の付着性・保護性・エッチング性を備えた C_2F_2 の解離種を得るように C_2F_2 の解離経路を制

御することができる。また第3のガスは、エッチングガス全体に対する体積比が50%以上であるので、選択的励起促進作用を確実に行うことができる。さらに He , Ne , Ar , Xe のうち少なくとも1つであるので、 He は励起エネルギーが19.8 eVである $C_2F_2 \rightarrow CF + CF^*$ の解離をさせることができ、 Ne は励起エネルギーが16.2 eVである $C_2F_2 \rightarrow CF + CF^*$ の解離をさせることができ、 Ar は励起エネルギーが12.2 eVである $C_2F_2 \rightarrow 2CF$ の解離をさせることができ、 Xe は励起エネルギーが8.0 eVである $C_2F_2 \rightarrow C_2F + F$ の解離と7.6 eVである $C_2F_2 \rightarrow 2CF$ の解離をさせることができる。また第3のガスのエッチングガス全体に対する体積比を増加させるので、付着フルオロ膜に衝突するイオン数が増え、 SiO_2 エッチレートを増加させることができる。よって選択比を向上させることができる。さらに第1のガスのエッチングガス全体に対する体積比を増加させ、 SiO_2 酸化膜表面の活性サイトを増加させるので、結果として SiO_2 酸化膜への中性解離種の付着レートを増加させることができる。よってエッチレートを増加させて選択比を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】母ガス分子及び解離種の SiO_2 付着性・ SiO_2 エッチング性・ Si 保護性・レジスト保護性・ Si , N , 保護性を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施例によるエッチング方法を実施するエッチング装置の構成を示す概念図である。

【図3】第1の実施例の変形例によるエッチング装置の構成を示す概念図である。

【図4】第1の実施例の変形例によるエッチング装置の構成を示す概念図である。

【図5】第1の実施例の変形例によるエッチング装置の構成を示す概念図である。

【図6】本発明の第2の実施例によるエッチング装置の構成を示す概念図である。

【図7】分子軌道計算により評価した C_2F_2 の解離特性を示す図である。

【図8】不活性ガスの準安定準位エネルギーを示す図である。

【図9】不活性ガスとこれに対応する C_2F_2 の解離種との組み合わせを示す図である。

【図10】 $He \cdot Ar$ の準安定準位エネルギーの実測値と分子軌道計算によるしきいエネルギーを比較して示す図である。

【符号の説明】

- 1 マイクロ波導波管
- 2 磁石
- 3 エッチング容器
- 3a プラズマ生成室
- 3b 反応室

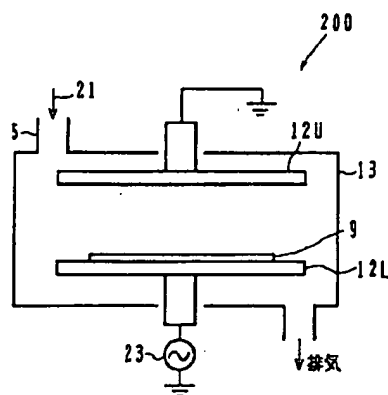
- 4 プラズマ
5 ガス導入系
6 ECR位置
9 Si基板
10 ウェハ支持台
11 高周波電源
12L 電極
12U 電極
13 真空容器
14 磁石
16 アンテナ
17 エッチング容器
17a 円筒
17b 真空容器

- * 18 コイル
19 グリッド電極
21 エッチングガス
21A エッチングガス
21B エッチングガス
23 高周波電源
25 プラズマ
26 ガス導入系
29 ガス導入系
10 100 エッチング装置
200 エッチング装置
210 エッチング装置
300 エッチング装置
* 400 エッチング装置

【図1】

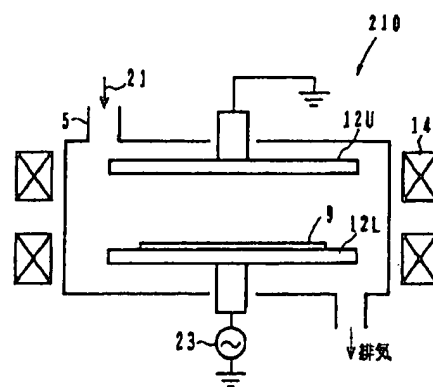
番号	小	中	大
(1) SiO ₂ 付着性	CF ₄ , CHF ₃ , C ₂ F ₄ , CH ₂ F ₂ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈	CF ₂ , F, CF ₃ , O ₂ , C ₂ O, CO, CHF ₂ , CH ₃ F, CHF ₃	C ₂ F ₄ , C ₂ F ₆ , CF ₃ , C ₂ F ₈ , C ₂ F ₁₀
(2) SiO ₂ エッチング性	CO, O ₂ , CH ₂ F, H, CaO	CHF, CHF ₂ , C ₂ F ₃ , C ₂ F ₄ , F, CH ₂ F ₂ , C ₂ F, CF ₂ (CF ⁺)	C ₂ F ₄ , C ₂ F ₆ , CHF ₃ , CF ₃ , CF ₄ , C ₂ F ₈ , C ₂ F ₁₀ , C ₃ F ₈
(3) Si膜剥離性	O ₂ , CF ₃ , CHF ₃ , F, CF ₄	C ₂ F ₄ , CF ₃ , C ₂ F ₃ , C ₂ F ₆ , C ₂ F ₈	C ₂ F ₄ , CF ₃ , (CF ⁺), C ₂ F, CO, C ₂ O, CHF ₂ , C ₂ F ₃ , CH ₂ F ₂ , CHF, CH ₂ F
(4) レジスト剥離性	O ₂ , CF ₃ , F, CF ₄	CHF ₃ , C ₂ F ₄ , CF ₂ , C ₂ F ₃ , C ₂ F ₆ , C ₂ F ₈	C ₂ F ₄ , CF ₃ , (CF ⁺), C ₂ F, CO, C ₂ O, CHF ₂ , C ₂ F ₃ , CH ₂ F ₂ , CHF, CH ₂ F
(5) Si ₃ N ₄ 膜剥離性	CH ₂ F, CH ₂ F ₂ , CHF ₂ , CHF ₃ , H, F, O ₂ , CF ₄ , CHF ₃ , CF ₃	C ₂ F ₄ , C ₂ F ₃ , C ₂ F ₆ , C ₂ F ₈ , C ₂ F ₁₀	C ₂ F ₄ , C ₂ F ₆ , CF ₃ , (CF ⁺), C ₂ F, CO, C ₂ O

【図3】



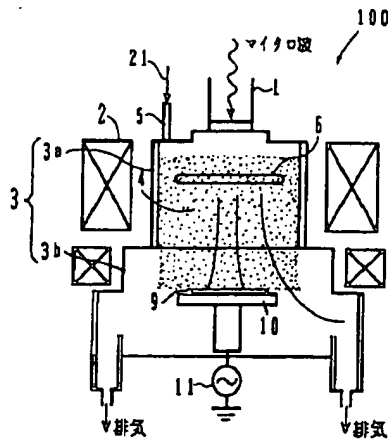
- 12L: 電極
12U: 電極
13: 真空容器
200: エッチング装置

【図4】



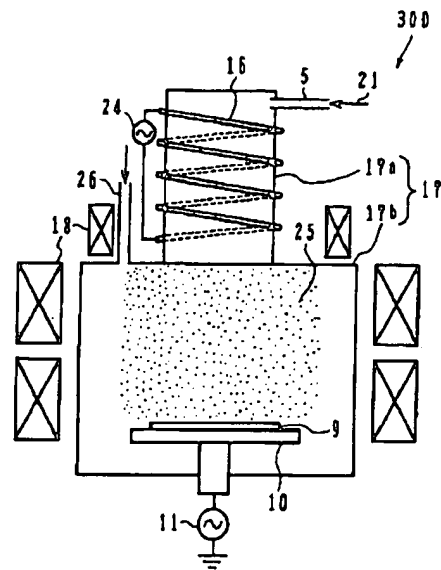
- 14: 磁石
23: 高周波電源
210: エッチング装置

【図2】



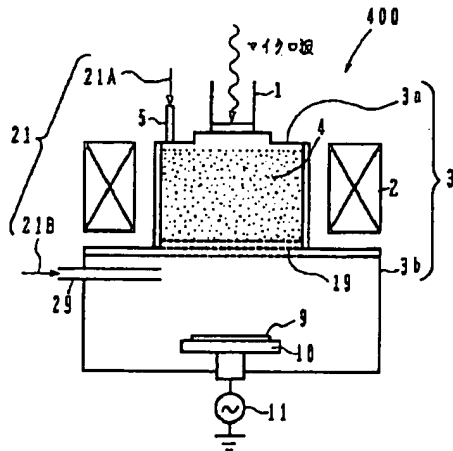
- 1: マイクロ波導波管
2: 磁石
3: エッチング容器
3a: プラズマ生成室
3b: 反応室
4: プラズマ
5: ガス導入系
6: ECR位置
9: S1基板
10: ウェハ支持台
11: 高周波電源
100: エッチング装置

【図5】



- 16: アンテナ
17: エッチング容器
17a: 円筒
17b: 真空容器
18: コイル
25: プラズマ
26: ガス導入系
300: エッチング装置

【図6】



- 19: グリッド電極
21: エッチングガス
21A: エッチングガス
21B: エッチングガス
29: ガス導入系
400: エッチング装置

【図7】

開口型	しきいエネルギー	開口型	しきいエネルギー
C ₂ F ₂ +F	5.8eV	2CF ₂ .C ₂ F ₂ +F	13.8eV(開口する領域に短移)
2CF	7.6eV	CF ₂ .CF ₂ +	16.2eV
C ₂ F ₂ +F	8.0eV	CF ₂ .CF ₂ +	17.3eV
2CF	12.2eV	CF ₂ .CF ₂ +	19.8eV

【図8】

不活性ガス元素	母安定電位エネルギー (eV)
He	19.82, 20.61
Ne	16.62, 16.12
Ar	11.55, 11.72
Kr	9.92, 10.56
Xe	8.32, 9.45

【図9】

不活性ガス	He	Ne	Ar	Xe
開口型	CF ₂ .CF ₂ +	CF ₂ .CF ₂ +	CF	C ₂ F ₂ .CF

【図10】

ガス	反跳平衡エネルギー	計算によるしきい値エネルギー	計算中間経路	解道 (実測と一致)
He	21.2eV	21.2eV (反結合軌道)	なし	SiHx+ Si*
Ar	11.7eV	12.2eV (非反結合軌道)	8.6~8.8eVの 反結合軌道に 遷移	SiHx SiH* Si*